

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-092980

(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl.

G06T 9/20
A61B 5/055
A61B 6/03
H04N 7/18

(21)Application number : 11-269660

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 24.09.1999

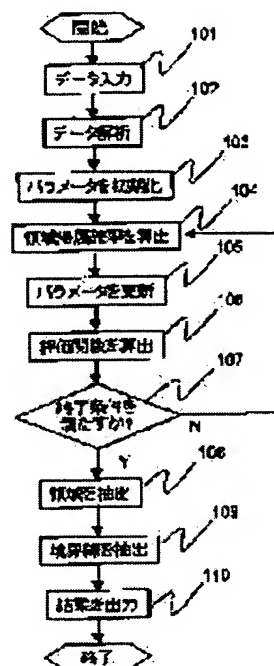
(72)Inventor : KIYUNA ASAHARU

(54) METHOD AND DEVICE FOR EXTRACTING CONTOUR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and a device for automatically extracting a contour without especially designating the threshold value of area separation in the case of contour extraction for separating respective points into plural areas, to which these points belong, and extracting the boundary between the areas as a contour on the basis of attributes at the respective points of an image with respect to image data containing the image of an object to become the target of contour extraction.

SOLUTION: The expected value of an area assignment probability for each point of the image to belong to each of areas is calculated (step 104), an area parameter is updated (step 105), an evaluation function is calculated on the basis of a mixed probability distribution obtained from the area assignment probability and the area parameter (step 106), respective areas are separated on the basis of the area assignment probability (step 108) and the contour is extracted on the basis of the separated areas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3534009

[Date of registration] 19.03.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-92980
(P2001-92980A)

(43) 公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 6 T 9/20		A 6 1 B 6/03	3 6 0 J 4 C 0 9 3
A 6 1 B 5/055		H 0 4 N 7/18	B 4 C 0 9 6
	6/03 3 6 0		K 5 C 0 5 4
H 0 4 N 7/18			L 5 L 0 9 6
		G 0 6 F 15/70	3 3 5 Z
審査請求 有 請求項の数19 O L (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-269660

(22) 出願日 平成11年9月24日 (1999.9.24)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 喜友名 朝春

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(74) 代理人 100080816

弁理士 加藤 朝道

Fターム(参考) 4C093 CA29 FF16

4C096 AB27 AC01 AD14 DC19

5C054 AA01 AA06 CC01 EA05 ED17

FC04 HA12

5L096 BA13 CA18 EA02 FA06 FA39

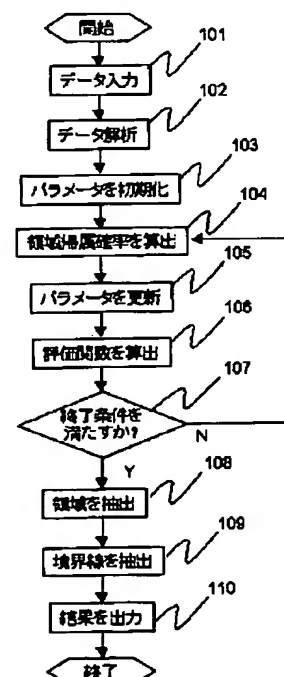
FA46 GA26

(54) 【発明の名称】 輪郭抽出方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】輪郭抽出の対象となる物体の像を含む画像データに対し、画像の各点が持つ属性に基づいて、各点をその点が属する複数の領域に分離し、領域間の境界を輪郭として抽出する輪郭抽出において、領域分離の閾値を陽に指定することなく、自動的に抽出する方法及び装置の提供。

【解決手段】画像の各点が領域の各々に属する領域帰属確率の期待値を算出し(ステップ104)、領域パラメータを更新し(ステップ105)、領域帰属確率と領域パラメータから求められる混合確率分布に基づいて評価関数算出し(ステップ106)、領域帰属確率に基づいて各領域を分離し(ステップ108)、分離された領域に基づいて輪郭を抽出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】輪郭抽出の対象となる物体の像を含む画像データに対して、前記画像の各点が持つ属性に基づいて、前記画像の各点が属する領域を分離し前記領域間の境界を輪郭として抽出する輪郭抽出方法であって、

(a) 前記画像の各点が持つ属性の混合確率分布を規定するパラメータを初期化する第1の工程と、

(b) 前記画像の各点が前記領域の各々に属する領域帰属確率を算出する第2の工程と、

(c) 前記混合確率分布が増加するように前記パラメータを更新する第3の工程と、

(d) 前記更新されたパラメータによって規定される前記混合確率分布から推定の良さの尺度となる評価関数を算出する第4の工程と、

(e) 前記領域帰属確率の値に基づいて、前記画像の各点が属する各領域を分離する第5の工程と、

(f) 前記分離された領域間の境界を抽出する第6の工程と、

(g) 前記領域帰属確率に基づいて、前記画像の各点が、求められた領域の領域内点であるか領域外点であるかを判定する第7の工程と、

を含む、ことを特徴とする輪郭抽出方法。

【請求項2】予め定められた所定の条件が満たされるまで、前記第2、第3、及び第4の工程を繰り返して行う、ことを特徴とする請求項1記載の輪郭抽出方法。

【請求項3】前記画像の各点が属する各領域を分離する第5の工程において、

(e-1) 一つの領域内点を求め、これを領域内点集合の初期集合とし、

(e-2) 前記領域内点集合に属する点の近傍点を取得し、前記近傍点を境界候補集合の初期集合とし、

(e-3) 前記境界候補集合の各点から領域内点集合に属する点を選択して領域内点集合へ追加し、

(e-4) 前記領域内点集合へ新たに追加される点が無くなった時点で、前記第6の工程へ前記領域内点集合を送り、

(e-5) 前記領域内点集合を選択する際に、前記境界候補集合に属する各点に対して、その近傍点を取得し、前記近傍点全てが領域内点であれば、前記境界候補集合に属する点を領域内点集合に追加し、

(e-6) 前記近傍点の中に少なくとも一つの領域外点が含まれていれば、該境界候補集合に属する点を境界点集合へ追加し、

(e-8) 前記近傍点に属する領域内点のうち、領域内点集合に追加されていない領域内点を、前記境界候補集合へ追加する、

ことを特徴とする請求項1記載の輪郭抽出方法。

【請求項4】前記領域間の境界を抽出する第6の工程において、

(f-1) 順序づけられた境界点集合の初期値を設定し、

(f-2) 前記順序づけられた境界点集合に属する各点の中間点を追加し、

(f-3) 前記中間点が境界点となるまで移動させ、新たな中間点を追加できなくなるまで繰り返し、

(f-4) 前記中間点の移動において、該中間点がすでに境界点であれば順序づけられた境界点集合へ追加し、該中間点が領域内点であれば領域外部方向へ中間点を移動し、該中間点が領域外点であれば領域内部で移動させる、

ことを特徴とする請求項2又は3記載の輪郭抽出方法。

【請求項5】前記画像を粗視化する第8の工程と、

前記粗視化された画像を細分化する第9の工程と、

所定の領域に属する確率が小さな点を削除する第10の工程と、

をさらに有することを特徴とする請求項2乃至4のいずれか一に記載の輪郭抽出方法。

【請求項6】前記評価関数として、前記混合確率分布を使用することを特徴とする請求項1及至5いずれか一に記載の輪郭抽出方法。

【請求項7】前記評価関数として、前記混合確率分布と前記パラメータの数から算出されるストラクチャル・リスク (Structural Risk) を用いることを特徴とする請求項1及至5のいずれか一に記載の輪郭抽出方法。

【請求項8】前記評価関数として、前記混合確率分布と前記パラメータの数から算出される記述長を用いることを特徴とする請求項1及至5のいずれか一に記載の輪郭抽出方法。

【請求項9】前記評価関数として、前記混合確率分布と前記パラメータの数から算出される赤池の情報量基準 (AIC) を用いることを特徴とする、請求項1及至5のいずれか一に記載の輪郭抽出方法。

【請求項10】輪郭抽出の対象となる物体の像を含む画像データに対して、前記画像の各点が持つ属性に基づいて、前記各点が属する領域を分離し、前記領域間の境界を輪郭として抽出する輪郭抽出装置であって、前記画像の各点が持つ属性の混合確率分布を規定するパラメータを初期化する第1の手段と、

前記画像の各点が前記領域の各々に属する領域帰属確率の期待値を算出する第2の手段と、

前記混合確率分布が増加するように前記パラメータを更新する第3の手段と、

前記更新されたパラメータによって規定される前記混合確率分布から、推定の良さの尺度となる評価関数を算出する第4の手段と、

前記領域帰属確率の値に基づいて各領域を分離する第5の手段と、分離された前記領域間の境界を抽出する第6の手段と、

前記領域帰属確率に基づいて、画像各点が領域内点か領域外点かを判定する第7の手段と、

を備えたことを特徴とする輪郭抽出装置。

【請求項11】前記画像を粗視化する第8の手段と、前記粗視化された画像を細分化する第9の手段と、所定の領域に属する確率が小さな点を削除する第10の手段と、を有することを特徴とする請求項10記載の輪郭抽出装置。

【請求項12】輪郭抽出の対象となる物体の像を含む画像データを入力手段から入力し、前記画像の各点が持つ属性に基づいて、前記画像の各点が各領域に属する確率である領域帰属確率を算出し、該領域帰属確率を用いて前記画像各点が属する領域を分離し、前記領域間の境界を輪郭として抽出する、ことを特徴とする領域輪郭抽出方法。

【請求項13】（a）入力手段から入力された、輪郭抽出の対象となる物体の像を含む、画像データに対して、画像の各点が持つ属性に基づいて、画像の各点が領域のそれぞれに属する領域帰属確率の期待値を算出するステップと、

（b）画像の各点が持つ属性の混合確率分布を規定するパラメータを更新するステップと、

（c）前記領域帰属確率と前記パラメータとから求められる混合確率分布に基づいて評価関数を算出するステップと、

（d）前記評価関数が所定の条件を満たす場合に、前記領域帰属確率に基づいて各領域を分離し、該分離された領域に基づいて輪郭を抽出するステップと、を含む、ことを特徴とする領域輪郭抽出方法。

【請求項14】入力装置から入力された画像データの特性を解析し、画像の各領域を特徴付ける領域パラメータの初期値を定めるデータ解析装置と、画像の各点の値に基づいて、画像の各点がそれぞれの領域に属する確率（「領域帰属確率」という）を算出する領域帰属確率算出装置と、用いる評価関数に応じて評価関数の値が増大するか、もしくは減少するように前記領域パラメータを更新するパラメータ更新装置と、更新された領域パラメータから評価関数を算出する評価関数算出装置と、前記評価関数が予め定められた所定の終了条件を満たす場合、推定された領域帰属確率に基づき、画像の各点がどの領域に属するかを決定する領域分離装置と、各領域の境界となる画像の点について、指定された点が、指定された領域に属しているかどうかを判定する領域帰属判定装置と、抽出された領域から順序の付いた輪郭線を生成する境界抽出装置と、輪郭抽出の結果を出力する出力装置と、を備えことを特徴とする輪郭抽出装置。

【請求項15】前記評価関数算出装置において算出された評価関数の値と更新前の領域パラメータを用いて算出

された前回の評価関数の値との差が予め定められた所定値以上の場合、前記領域帰属確率算出装置において、新しい領域パラメータを用いて領域帰属確率を再び算出し、前記パラメータ更新装置での領域パラメータの更新、前記評価関数算出装置での評価関数の算出を行い、前記差が前記所定値よりも小の場合、前記画像の各点が持つ値の各領域での確率の加重平均をとった混合確率分布を最大にする領域パラメータおよび領域帰属確率が求められ、前記評価関数算出装置は、前記混合確率分布の最大化が完了した後、得られた領域帰属確率及び領域パラメータを前記領域分離装置に送る、ことを特徴とする請求項14記載の輪郭抽出装置。

【請求項16】前記領域分離装置が、最初の領域内点を求め、前記領域内点の近傍点を取得し、前記近傍点を最初の境界候補点集合とする手段と、前記境界候補点の近傍点を取得する手段と、前記近傍点のすべての点が領域内点である場合、前記境界候補点を領域内点集合Rに追加し、一方、前記近傍点のすべての点が領域内点でない場合、前記境界候補点を境界点集合に追加する手段と、前記境界候補点の近傍点に属する領域内点のうち領域内点集合に登録されていない領域内点を前記境界候補点集合に追加する手段と、

を備え、前記境界候補点集合への追加があった場合、前記境界候補点の近傍点を取得する手段から処理を繰り返す、ことを特徴とする請求項14記載の輪郭抽出装置。

【請求項17】前記境界抽出装置が、前記境界点集合のなかから所定個数の点を選び、これを順序付けられた境界点集合の初期集合とする手段と、前記順序付けられた境界点集合に属する各境界点の間に中間点を追加する手段と、前記新しく追加された各中間点について該中間点が境界点であるかどうか調べる手段と、前記中間点が境界点であれば、前記順序づけられた境界点集合に属する点として採用し、全ての中間点が境界点として定まった時点で新たな中間点が追加できるかどうかを調べ、追加可能であれば、前記中間点を追加する手段の処理を行い、追加可能でない場合には、輪郭抽出の結果である、順序付けられた境界点集合を出力する手段と、前記中間点が境界点ではない場合には、領域内点となっているかどうかを調べ、領域内点である場合外部方向へ向けて中間点を移動し、一方、領域内点でなければ、領域内部方向へ向けて中間点を移動させる手段と、領域内部方向または外部方向へ中間点を移動した後、前記中間点についてその点が境界点であるかどうか調べる手段とを備えた、ことを特徴とする請求項14記載の輪郭抽出装置。

【請求項18】前記入力装置から入力された画像データ

を粗視化して前記データ解析装置に出力するデータ粗視化装置を備え、

前記評価関数算出装置で算出された評価関数が所定の終了条件を満たす場合において、細分化が可能である場合、領域帰属確率に基づき外部領域部分を削除し、削除後に残った画像の点を細分化し、前記データ解析装置に送るデータ細分化装置を備えたことを特徴とする請求項14記載の輪郭抽出装置。

【請求項19】(a)入力装置から入力された画像データからその特性を解析し、画像の各領域を特徴付ける領域パラメータの初期値を定めるデータ解析処理と、

(b)画像の各点の値に基づいて、画像の各点が各々の領域に属する確率(「領域帰属確率」という)を算出する領域帰属確率算出処理と、

(c)用いる評価関数に応じて評価関数の値が増大するか、もしくは減少するように前記領域パラメータを更新するパラメータ更新処理と、

(c)更新された領域パラメータから評価関数を算出する評価関数算出処理と、

(d)前記評価関数が所定の終了条件を満たす場合、推定された領域帰属確率に基づき、画像の各点がどの領域に属するかを決定する領域分離処理と、

(f)各領域の境界となる画像の点について、指定された点が、指定された領域に属しているかどうかを判定する領域帰属判定処理と、

(g)抽出された領域から、順序の付いた輪郭線を生成する境界抽出処理と、の上記(a)乃至(g)の各処理をコンピュータで実行するためのプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理方法及び装置に関し、特に、輪郭抽出の対象となる物体の像を含む画像データに対して画像の各点を持つ属性に基づいて、対象となる物体の輪郭を抽出する方法装置並びに記録媒体に関する。

【0002】後の説明で明らかとされるように、本発明は、MRI装置やCTスキャン装置などで撮影された画像データから、特定の臓器や腫瘍などの領域を抽出する装置に適用して好適とされる輪郭抽出方法及び装置に関する。

【0003】

【従来の技術】従来、所与の画像から、特定の物体の像を抽出するための方法として、例えば特開平9-299366号公報(「刊行物1」という)には、超音波診断装置、あるいはMRI画像からの臓器の断層像を表す画像データに基づいて臓器の領域もしくは組織の領域を抽出する領域抽出装置において、適切な閾値を用いて適切な広さの領域を抽出可能とするため、所定のフレーム時間間隔ごとに得られる複数の断層像について、抽出した

輪郭内の面積を表す時系列データと、その時系列データを平滑化した平滑化データとの差分が所定の閾値を越えた場合に、輪郭抽出のための閾値を変更して輪郭抽出をやり直すようにした輪郭抽出装置が提案されている。

【0004】上記刊行物1に記載された装置においては、画像データに対し、所定の第1の閾値を用いて、画像各点の値が閾値を越えるかどうかという判定基準で、領域の内部点かあるいは外部点かを決定し、次に、各時刻毎の画像から、上の方法で決定された領域の面積あるいは体積を求め、領域の面積、あるいは体積の時系列データを平滑化し、平滑する前のデータと平滑後のデータとの差分が第2の閾値を超えるかどうかを判断する。

【0005】この差分が第2の閾値を超えたと判断された場合に、第1の閾値の値を変更して最初に行った輪郭抽出をやり直す。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記刊行物1に記載されている従来の輪郭抽出技術においては、以下に示すような問題点がある。

【0007】第1の問題点として、上記刊行物1に記載された装置では、領域を抽出するために、2つの異なる閾値を用いているが、これらの閾値を決定するための具体的な方法に示されていず、領域抽出の対象となるデータが変わる度に試行錯誤的な方法で決定されなければならない。

【0008】ところが、例えばMRI画像であれば、断層画像が人体のどの部位を撮影したものに依存して適切な閾値は変化するため、不適切な閾値を用いた場合、所望していない臓器の輪郭を誤って抽出してしまうことになる、という問題がある。

【0009】また第2の問題点として、画像データの時系列データを用いる必要があるため、一枚の領域抽出画像を求めるために、膨大なデータを必要とする、ということである。

【0010】さらに第3の問題点として、上記刊行物1に記載される装置においては、平滑化の前後においてデータの差分を計算し、差分が第2の閾値を超えた場合には第1の閾値の値を変更して再度同じ手続きを繰り返す必要があり、膨大な計算時間を必要とする、ということである。

【0011】したがって、本発明は上述した問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、上記従来技術のように、閾値を陽に設定することを不要とし、高速かつ高精度に輪郭を抽出する輪郭抽出方法及び装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明は、輪郭抽出の対象となる物体の像を含む画像データに対し、画像データの値そのものではなく、前記画像の各点を持つ属性に基づいて、画像各点が各領域に属する

確率である領域帰属確率を用いて、前記各点が属する領域を分離し、前記領域間の境界を輪郭として抽出するものである。

【0013】より詳細には、本発明は、前記画像各点が持つ属性の、混合確率分布を規定するパラメータを初期化する第1の工程と、前記画像の各点が前記領域の各々に属する領域帰属確率を算出する第2の工程と、前記混合確率分布が増加するように前記パラメータを更新する第3の工程と、前記更新されたパラメータによって規定される前記混合確率分布から、推定の良さの尺度となる評価関数を算出する第4の工程と、前記領域帰属確率の値に基づいて各領域を分離する第5の工程と、分離された前記領域間の境界を抽出する第6の工程と、前記領域帰属確率に基づいて、画像各点が領域内点か領域外点かを判定する第7の工程とを有することを特徴とする。

【0014】本発明の輪郭抽出方法は、所定の条件が満たされるまで、前記第2、第3および第4の工程を繰り返して行うことを特徴とする。

【0015】本発明の輪郭抽出方法は、前記画像を各領域に分離する第5の工程において、領域内点ひとつを求め、これを領域内点集合の初期集合とし、前記領域内点集合に属する点の近傍点を取得し、前記近傍点を境界候補集合の初期集合とし、前記境界候補集合の各点から、領域内点集合に属する点を選択して領域内点集合へ追加し、前記領域内点集合へ新規に追加される点が無くなった時点で、第6の工程へ領域内点集合を送る輪郭抽出方法であり、前記領域内点集合を選択する際に、境界候補集合に属する各点に対し、その近傍点を取得し、近傍点全てが領域内点であれば、該境界候補集合に属する点を領域内点集合に追加し、前記近傍点の中にひとつ以上の領域外点が含まれていれば、該境界候補集合に属する点を境界点集合へ追加し、前記近傍点に属する領域内点のうち、領域内点集合に追加されていない領域内点を、前記境界候補集合へ追加することを特徴とする。

【0016】本発明の輪郭抽出方法は、前記領域間の境界を抽出する第6の工程において、順序づけられた境界点集合の初期値を設定し、前記順序づけられた境界点集合に属する各点の中間点を追加し、中間点が境界点となるまで移動させ、新規中間点を追加できなくなるまで繰り返すことを特徴とし、前記中間点の移動において、該中間点がすでに境界点であれば順序づけられた境界点集合へ追加し、該中間点が領域内点であれば領域外部方向へ中間点を移動し、該中間点が領域外点であれば領域内部で移動させることを特徴とする。

【0017】本発明の輪郭抽出方法は、前記画像を粗視化する第8の工程と、前記粗視化された画像を細分化する第9の工程と、所定の領域に属する確率が小さな点を削除する第10の工程を有することを特徴とする。

【0018】本発明の輪郭抽出方法は、前記評価関数として、前記混合確率分布を使用することを特徴とする。

【0019】本発明の輪郭抽出方法は、前記評価関数として、前記混合確率分布と前記パラメータの数から算出されるストラクチャル・リスク (Structural Risk) を用いることを特徴とする。

【0020】本発明の輪郭抽出方法は、前記評価関数として、前記混合確率分布と前記パラメータの数から算出される記述長を用いることを特徴とする。

【0021】本発明の輪郭抽出方法は、前記評価関数として、前記混合確率分布と前記パラメータの数から算出される赤池の情報量基準 (AIC) を用いることを特徴とする。

【0022】本発明の輪郭抽出装置は、輪郭抽出の対象となる物体の像を含む画像データに対し、前記画像の各点が持つ属性に基づいて、前記各点をその点が属する複数の領域に分類し、前記領域間の境界を輪郭として抽出する輪郭抽出装置であって、前記画像各点が持つ属性の混合確率分布を規定するパラメータを初期化する第1の手段と、前記画像の各点が前記領域の各々に属する領域帰属確率の期待値を算出する第2の手段と、前記混合確率分布が増加するように前記パラメータを更新する第3の手段と、前記更新されたパラメータによって規定される前記混合確率分布から、推定の良さの尺度となる評価関数を算出する第4の手段と、前記領域帰属確率の値に基づいて各領域を分離する第5の手段と、分離された前記領域間の境界を抽出する第6の手段と、前記領域帰属確率に基づいて、画像各点が領域内点か領域外点かを判定する第7の手段と、を有することを特徴とする。

【0023】本発明の輪郭抽出装置は、前記画像を粗視化する第8の手段と、前記粗視化された画像を細分化する第9の手段と、所定の領域に属する確率が小さな点を削除する第10の手段と、を有することを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について説明する。本発明の輪郭抽出方法は、輪郭抽出の対象となる物体の像を含む画像データに対し、前記画像の各点が持つ属性に基づいて、画像各点が各領域に属する確率である領域帰属確率を用いて、前記各点が属する領域を分離し、前記領域間の境界を輪郭として抽出するものである。

【0025】本発明は、輪郭抽出の対象となる物体の像を含む画像データに対して、前記画像の各点が持つ属性に基づいて、前記各点が属する領域を分離し、前記領域間の境界を輪郭として抽出する輪郭抽出装置であって、前記画像の各点が持つ属性の混合確率分布を規定するパラメータを初期化する第1の手段と、前記画像の各点が前記領域の各々に属する領域帰属確率の期待値を算出する第2の手段と、前記混合確率分布が増加するように前記パラメータを更新する第3の手段と、前記更新されたパラメータによって規定される前記混合確率分布から、推定の良さの尺度となる評価関数を算出する第4の手段

と、前記領域帰属確率の値に基づいて各領域を分離する第5の手段と、分離された前記領域間の境界を抽出する第6の手段と、前記領域帰属確率に基づいて、画像各点が領域内点か領域外点かを判定する第7の手段と、を備えている。

【0026】本発明においては、画像の各点の値に基づいて、各点が与えられた領域に属する確率を算出し、求められた確率分布を用いて輪郭抽出を行う。

【0027】以下では、本発明を、人体頭部のMRI画像から、脳、頭皮、頭部以外の3つの領域に分類する方法に適用した場合を例に、本発明の原理・作用について説明する。

【0028】また、以下では、「輪郭抽出」の代わりに、「領域抽出」という用語を用いる場合もあるが、領域が抽出できれば、輪郭は抽出された領域の境界に線を引けば得られるので、同義語と考えて差し支えない。

【0029】まず、画像が*i*番目の領域に属するとき、画像上*j*番目の点（以下、画像上の点を「ピクセル」（画素）という）の輝度の値が*y_j*である確率を、 $f(y_j | \theta_i)$

で表す。ここで、 θ_i は*i*番目の領域の属性を示すパラメータであり、領域の属性としては、例えば、該領域に属するピクセル値の平均値、分散などを用いる。

【0030】しかしながら、領域の抽出が行われる前は、当然のことながら各領域の平均や分散を定義することはできない。

【0031】本発明においては、与えられた画像のピクセル値を説明する確率分布として、各領域の確率の加重平均をとった混合確率分布を用いる。

【0032】画像は、全部で*n*個のピクセルを持つとして、全ピクセル値

$$Y^n = \{y_1, \dots, y_n\}$$

が与えられたときの混合確率分布 $P(\theta | Y^n)$ は、次式

$$L(\theta | Y^n) = L(\theta, Y^n | Z) - L(Z | \theta, Y^n) + \log[P(Z) / P(Y^n)] \quad \dots (3)$$

【0043】ここで、 $P(Z)$ 、 $P(Y^n)$ は、それぞれ*Z*、*Yⁿ*の事前分布と呼ばれるものであるが、この量は θ を含まず、混合対数尤度の最大化とは無関係であるため、以下では定数とみなして無視する。

【0044】いま、 θ の初期値を θ_0 とし、両辺にデー

$$Q(\theta, \theta_0) = E \theta L(\theta_0, Y^n | Z) = \sum Z P(Z | \theta_0, Y^n) L(\theta_0, Y^n | Z) \quad \dots (5)$$

は、 $L(\theta_0, Y^n | Z)$ の期待値である。

$$H(\theta, \theta_0) = -E \theta L(Z | \theta_0, Y^n) = -\sum Z P(Z | \theta_0, Y^n) L(Z | \theta_0, Y^n) \quad \dots (6)$$

は $L(Z | \theta_0, Y^n)$ の期待値である。

【0048】この $H(\theta, \theta_0)$ は、常に、

$$H(\theta_0, \theta_0) \leq H(\theta, \theta_0)$$

となることが容易に示すことができる。

【0049】従って、

$$Q(\theta_0, \theta_0) \leq Q(\theta, \theta_0)$$

となるように新しい θ を定めれば、混合体数尤度を最大にするパラメータを求めることができる。

(1) で与えられる。

【0033】

$$P(\theta | Y^n) = \sum_i \sum_j w_i f(y_j | \theta_i) \quad \dots (1)$$

【0034】ここで w_i は、各領域が、全画像上に占める比率である。また、 θ は全てのパラメータ w_i 、 θ_i をまとめて表したものである。

【0035】以下では、この混合確率分布 $P(\theta | Y^n)$ をパラメータ θ の関数と見なして混合尤度と呼ぶ。

【0036】さて、本発明において、輪郭抽出を行うために、各ピクセルがどの領域に属するかを適切に分割する必要がある。そのためには、得られたピクセル値の分布を最もよく説明する混合尤度を求めればよい。

【0037】具体的には、混合確率を最大にするパラメータを求めればよい。これは、統計学で最尤法として知られる方法である。最尤法においては、次式(2)で定義される混合対数尤度（尤度関数）を最大化してもよい。

$$L(\theta | Y^n) = \log[P(\theta | Y^n)] \quad \dots (2)$$

【0039】しかしながら、例えば領域の属性として平均ピクセル値とピクセル値の分散を用いる場合には、各領域の混合比率 w 、ピクセルの平均値、分散を各領域に対して求める必要があり、あらかじめ領域抽出が行われていなければ困難である。

【0040】この問題を解決するため、本発明では、各ピクセルがどの領域に属するかを示す隠れた変数 Z を新たに導入し、この変数の推定値を用いて混合尤度を最大化する。混合尤度の最大化の過程において、各領域の混合比率 w 、ピクセルの平均値、分散を同時に推定することができる。その原理は以下のようなものである。

【0041】データ Y^n が与えられたもとでの混合対数尤度を、Bayesの公式を用いて変数 Z を含むように書き換えると、次式(3)で表される。

【0042】

とパラメータが与えられたもとでの Z の確率分布 $P(Z | \theta, Y^n)$ を掛けて z に関する期待値をとると、次式(4)となる。

$$L(\theta | Y^n) = Q(\theta, \theta_0) + H(\theta, \theta_0) \quad \dots (4)$$

【0046】ここで、

$$Q(\theta, \theta_0) = E \theta L(\theta_0, Y^n | Z) = \sum Z P(Z | \theta_0, Y^n) L(\theta_0, Y^n | Z) \quad \dots (5)$$

【0047】また、

$$H(\theta, \theta_0) = -E \theta L(Z | \theta_0, Y^n) = -\sum Z P(Z | \theta_0, Y^n) L(Z | \theta_0, Y^n) \quad \dots (6)$$

【0050】以上に述べたように、直接観測できない仮想的なデータ（上の例では Z ）がある場合に、尤度を最大化する方法は、従来より統計学の分野でEMアルゴリズムとして知られている。EMアルゴリズムに関しては、たとえば文献 A. P. Dempster et al., Maximum Likelihood from Incomplete Data via EM Algorithm, Proceedings of the Royal Statistical Society, pp. 1-38 (1977) に詳しい。

【0051】以上の処理を経て混合体数尤度を最大にするパラメータ θ^* が得られれば、この θ^* を用いて求めた z の期待値は、各ピクセルが各々の領域に属する領域帰属確率と見なすことができる。

【0052】例えば、 $z(j, i)$ を、 j 番目のピクセルが i 番目の領域に帰属するとき1、それ以外の時0をとる変数であるとした場合、その期待値 $h(j, i) = E \theta^* z(j, i)$

は0から1の間にある値をとる領域帰属確率となる。

【0053】本発明では、この領域帰属確率の値に基づいて領域を分離する。

【0054】例えば、画像上で、

- ・脳に対応する領域を領域2、
- ・頭皮に対応する領域を領域1、
- ・それ以外の領域を領域0とすると、脳の領域に属するピクセルは、 $h(j, 2)$ の値の大きなピクセルから選ばれよい。同様にして頭皮、それ以外の領域はそれぞれ $h(j, 1)$ 、 $h(j, 0)$ の値の大きなピクセルを選択することによって抽出できる。

【0055】このようにして、本発明においては、領域帰属確率を用いて各領域を明確に分離することができ、分離された各領域の境界のピクセルを輪郭として、自動的に各領域の輪郭抽出を行うことができる。

【0056】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照してさらに詳細に説明する。以下の説明において用いる記号は、上記説明で用いた記号の使用法にしたがうものとする。また、以下の実施例では、MRI装置で撮影された人体頭部の断層画像から、脳、頭皮、外部の3つの領域を抽出し、それぞれの輪郭を求める方法を例にとって説明するが、例えば人体胸部の心臓や、その他の臓器の輪郭を抽出する場合においても同様な方法で行うことができる。また、MRI装置以外の機器、例えばCTスキャン装置や超音波診断装置を用いて撮影された画像に対しても、同様な方法で実行できる。

【0057】図5に示すように、MRI画像は画像各点（以下「ピクセル」という）が持つ輝度によって表現されている。輝度は、通常0から255などの値をとり、ピクセルの値が大きくなるほど画像は白く表示される。輪郭抽出は、この輝度の値を手がかりとし、輝度の値が近いピクセルを同じ領域に属するものとして、領域を分離する。以下では、頭部以外の領域を領域0、頭皮を領域1、脳を領域2として説明する。

【0058】また、本実施例では、領域を特徴付けるパラメータとして、各領域に属するピクセルの平均輝度 μ_i 及び分散 σ_i^2 ($i=0, 1, 2$)を用いる。以下では、これらのパラメータを「領域パラメータ」という。

【0059】図1は、本発明の第1の実施例の輪郭抽出装置の構成を示すブロック図である。図2乃至図4は、本発明の第1の実施例の輪郭抽出装置の処理手順を示す

フローチャートである。

【0060】図1を参照すると、この輪郭抽出装置は、MRI装置などで撮影された画像データの入力装置11から入力し、該入力画像データの特性を解析するデータ解析装置1と、与えられた画像の各ピクセルの値に基づいて領域帰属確率を算出する領域帰属確率算出装置2と、評価関数の値が増加、あるいは減少するように領域パラメータを更新するパラメータ更新装置3と、更新された領域パラメータから評価関数を算出する評価関数算出装置4と、推定された領域帰属確率に基づいて、各ピクセルがどの領域に属するかを決定する領域分離装置5と、各領域の境界となるピクセルについて、指定されたピクセルが、指定された領域に属しているかどうかを判定する領域帰属判定装置6と、抽出された領域から、順序の着いた輪郭線を生成する境界抽出装置7と、輪郭抽出の対象となる画像を入力する入力装置11と、輪郭抽出の結果を出力する出力装置12と、を備えて構成されている。

【0061】次に、本発明の第1の実施例の輪郭抽出装置における輪郭抽出の処理について、図1及び図2乃至図4の流れ図を参照して説明する。

【0062】まず、入力装置11により、MRI装置などで撮影された人体頭部の画像データを入力する（ステップ101）。この入力装置11は、例えば画像スキャナなどを用いて実現できる。あるいは、MRI装置などからコンピュータ・ネットワークを通して画像データを直接入力することも可能である。入力装置11は、読み込んだデータをデータ解析装置1へ送る。

【0063】次に、データ解析装置1においては、ステップ101で読み込んだデータに対し、その特性を解析する（ステップ102）。データの特性としては、例えば全ピクセル値の平均や分散などがある。

【0064】データ解析装置1では、これらの特性に基づいて、各領域を特徴付ける領域パラメータの初期値を定める（ステップ103）。例えば人体頭部のMRI画像においては、脳領域が最も高い輝度を持ち、外部は最も低い輝度で表され、頭皮領域はその中間の輝度を持つ。したがって、例えば、各領域を特徴付ける領域パラメータとして、ピクセル値の平均と分散を取り、各領域0、1、2におけるピクセル値の平均値 μ_i ($i=0, 1, 2$)の初期値を次式(7)で求める。

$$\mu_i = a_i \mu \quad \dots (7)$$

【0066】ここで、 μ は全ピクセルの平均値、 a_i は重み係数で、それぞれ、例えば、 $a_0=1/6$, $a_1=2/6$, $a_2=3/6$ などとおく。

【0067】初期値をこのように選ぶことによって、評価関数の最適化におけるパラメータの更新が速やかに収束する。

【0068】分散 σ_i^2 については、例えば、領域0（頭

部以外の領域)における初期値を小さくとり、それ以外の領域の初期値は、画像全体の分散をそのまま用いても良い。

【0069】各領域の混合比率 w は、分離すべき領域の数が3ならば、すべて $1/3$ として初期化するようにしてもよい。

【0070】次に、領域帰属確率算出装置2において、各ピクセルが各々の領域に属する確率を算出する(ステップ104)。

【0071】領域帰属確率を具体的に求めるには、以下のような方法を用いる。

【0072】もし、 j 番目のピクセルが i 番目の領域に

$$h(j, i) = E\theta * z(j, i)$$

$$= w_i f(y_j | \theta_i) / \sum_i \sum_j w_i f(y_j | \theta_i) \quad \dots(9)$$

【0076】次に、パラメータ更新装置3において、混合確率分布が増加するように領域パラメータ w_i, θ_i を変更する(ステップ105)。

【0077】ここでは、特に、領域の確率分布 $f(y_j | \theta_i)$ が平均 μ_i 、分散 σ_i^2 の正規分布にしたがう場合を例にとって説明する。

【0078】前述のように、混合確率を最大化するには、上式(5)で定義される Q を最大にするように、 w, μ, σ^2 を更新すればよい。

【0079】具体的には、以下のように各領域パラメータを更新する。

$$【0080】w_i = \sum_j h(j, i) / n \quad \dots(10)$$

$$【0081】\mu_i = \sum_j x_j h(j, i) / \sum_j h(j, i) \quad \dots(11)$$

$$【0082】$$

$$\sigma_i^2 = \sum_j (x_j - \mu_i)^2 h(j, i) / \sum_j h(j, i) \quad \dots(12)$$

【0083】パラメータ更新装置3は、更新した領域パラメータを評価関数算出装置4に送る。

【0084】評価関数算出装置4では、パラメータ更新装置3で更新された領域パラメータを用いて、評価関数を算出する(ステップ106)。

【0085】評価関数としては、混合確率分布(1)そのものを用いて良い。この場合、混合分布の値が大きいほど推定結果は良い。評価関数においては、この他にも、ストラクチャル・リスクを用いても良いし、記述長を用いても良い。さらに、赤池の情報量(AIC: Akaike Information Criteria)を用いることもできる。

【0086】これらの評価関数は、混合分布と領域パラメータの数から算出され、混合尤度が大きいほど、また用いられる領域パラメータの数が少ないほど値は小さくなる。

【0087】したがって、これらの評価関数は値が小さいほど推定結果が良いことを表す。これらの評価関数の具体的な算出法については、例えば、特願平10-124851号の記載が参照される。

【0088】ステップ107では、評価関数算出装置4において、更新された領域パラメータを用いて算出され

属するか、属さないかがあらかじめ分かっているのであれば、上式(1)で定義した混合確率は、次式(8)で与えられる。

【0073】

$$P(\theta | YN) = \sum_i \sum_j z(j, i) w_i f(y_j | \theta_i) \quad \dots(8)$$

【0074】ここで、 $z(j, i)$ は j 番目のピクセルが i 番目の領域に属するとき1、それ以外の時0となる変数である。この変数は、実際には観測できないため、その期待値 $h(j, i)$ を求めてこれを領域帰属確率とする。領域帰属確率を具体的に表すと次式(9)で与えられる。

【0075】

た新しい評価関数値と、更新前の領域パラメータを用いて算出されている前回の評価関数値を比較し、その差が、予め定められた所定の値より小さければ、ステップ108に進み、それ以外の場合にはステップ104に戻り、新しい領域パラメータを用いて領域帰属確率を再び算出する。

【0089】上述のステップ104からステップ107を繰り返すことにより、混合確率分布を最大にする領域パラメータおよび領域帰属確率を求めることができる。

【0090】評価関数算出装置4は、混合確率分布の最大化が完了した後、得られた領域帰属確率および領域パラメータを領域分離装置5に送る。

【0091】領域分離装置5は、領域帰属確率に基づいて、各領域を分離する(ステップ108)。

【0092】領域分離装置5における処理を具体的に示すため、ここでは、図5に示す人体頭部のMRI画像から、脳に対応する領域を抽出する手続きを例にとって説明するが、その他の領域に関しても、全く同様な手続きで処理を実行できる。

【0093】図6に示すように、各ピクセル51には、あらかじめ番号が付けられているものとする。

【0094】抽出された領域は、この番号の集合によって表現される。図6において、黒で反転表示されたピクセルに囲まれた領域52を R で表すと、ピクセルの番号を用いて、

$$R = \{258, 259, 260, 514, 515, 516, 770, 771, 772\}$$

と表現できる。

【0095】領域と領域外部を区切る境界線も同様に示して、ピクセル番号の集合として表現できる。

【0096】例えば図6において、黒で反転表示されたピクセルの集合52を用いて示される境界線 B は、ピクセルの番号を用いて、

$$B = \{258, 259, 260, 514, 516, 770, 771, 772\}$$

と表現できる。

【0097】このとき、境界線に囲まれた領域の内部点の集合 R (以下、「領域内点集合」という)は、1このピ

クセル(515)からなる集合となる。

【0098】脳に対応する領域を領域2と記すと、領域分離装置5では、まず各ピクセルの領域帰属確率 $h(j, 2)$ を領域帰属判定装置6へ送る。

【0099】判定対象となっているピクセルに対して、領域帰属判定装置6から脳領域に属していることを示す信号が返されたとき、これを、最初の領域内点 p とする(図3のステップA1)。

【0100】領域帰属判定の方法としては、例えば、 $h(j, 2)$ の値が0.9以上である、あるいは、0.1以下でない、などの条件を満たす場合に領域に帰属するものとみなす。実際には、最終的に得られた領域帰属確率は、領域に属さない点の確率値がほとんど0.0であるため、閾値を陽(explicit)に設定する必要はない。

【0101】次に、領域内点 p に対して、その近傍点の集合 $N(p)$ を取得し、これを最初の境界候補集合 C とする(ステップA2)。近傍点 $N(p)$ とは、点 p に近接する点を意味し、例えば、図6において、515番目の点の近傍点 $N(515)$ は、 $N(515) = \{258, 259, 230, 514, 516, 770, 771, 772\}$ となる。境界候補集合 C は、脳の輪郭点の候補となる。

【0102】次に、境界候補集合に属する各点(境界候補点) c に対し、その近傍点 $N(c)$ を求める(図3のステップA3)。

【0103】次に、 $N(c)$ に属する全ての点についての領域帰属確率を領域帰属判定装置6に送り、領域内点かどうかを判定する(図3のステップA4)。

【0104】ステップA4において、境界候補点 c の全ての近傍点 $N(c)$ が領域内点であると判定されれば、点 c は領域内点で囲まれていることを意味するから、点 c を領域内点集合 R へ追加する(図3のステップA5)。

【0105】もし、境界候補点 c の全ての近傍点 $N(c)$ に、領域内点では無い点が少なくとも1個含まれているのであるならば、 C は領域外の点に隣接することを意味するから、 c を境界点集合 B に追加する(図3のステップA6)。

【0106】次に、 $N(c)$ に属する点のうち、領域内点と判定された点で、まだ領域内点集合 R へ追加されていない新たな領域内点があれば、これらの点を、境界候補集合 C へ追加する(図3のステップA7)。

【0107】図3のステップA8では、境界候補集合への新たな追加点があったかどうかを調べ、新たな追加点があれば、ステップA3に戻り、新たな追加点がなければ、領域抽出は完了しているので、図1のステップ109に進む。

【0108】以上、図3のステップA3からステップA8を、新たな追加点なくなるまで繰り返すことで、最終的に脳の輪郭を表す点の集合である境界点集合 B が得られる。

【0109】領域分離装置6は、得られた境界点集合 B

と領域内点集合 R を境界抽出装置7へ送る。

【0110】境界抽出装置7では、領域分離装置6で得られた領域内点集合 R に基づいて、輪郭を抽出する。

【0111】領域分離装置6で得られた境界点集合 B は、各境界点の順序が考慮されておらず、応用上利用されにくい場合がある。例えば抽出された輪郭データを用いて人体頭部のコンピュータ・グラフィクスなどを作成する場合には、順序づけられた多角形の集合を生成しなければならないが、このためには境界点のデータが順序づけられていなければならない。

【0112】境界抽出装置7は、順序づけられた境界点を生成するために用いられる。

【0113】その具体的な手続きは以下の通りである。まず、境界点集合 B のなかから、例えば4点を選ぶ。これを順序づけられた境界点集合 B' の初期集合とし、これらの点を $B' = \{b1, b2, b3, b4\}$ とする(図4のステップB1)。境界点集合の初期集合としては、必ずしも4点でなくともよく、3点以上の点を指定すればよい。

【0114】また、順序づけの方向としては、例えば、 B' の各点を順番に、 $b1 \rightarrow b2 \rightarrow b3 \rightarrow b4 \rightarrow b1$ と動いたとき、2次元画像上で時計回りの閉曲線を描くように順序づけする。順序づけの方向としては、これに限らず、反時計回りでもよく、全ての境界点集合で方向が統一されていればよい。

【0115】次に、 B' のに属する各境界点の間に、中間点を追加する(図4のステップB2)。これを、例えば $\{b1, b12, b2, b23, b3, b34, b4, b41\}$ と表す。中間点としては、例えば $b12$ の場合、2点 $b1, b2$ を結ぶ直線を2等分する点を用いる。

【0116】次に、新しく追加された各中間点(この場合は、 $b12, b23, b34, b41$)について、その点が境界点かどうか調べる(図4のステップB3)。

【0117】もし境界点であれば、そのまま B' に属する点として採用し、ステップB4へ進む。境界点でなければ、図4のステップB5へ進む。

【0118】図4のステップB4では、全ての中間点が境界点として定まった時点で B' に新たな中間点が追加できるかどうか調べ、追加可能であればステップB2へ進む。追加可能でない場合は、ステップ110へ進み、輪郭抽出の結果である、順序づけられた境界点集合 B' を出力して終了する。追加可能でない場合とは、例えば、 B' に属する隣り合う点同士全てが互いに隣接しており、中間点が存在しない場合などである。したがって、このことは、全ての境界点が連結していることを意味し、所望の輪郭線が得られていることになる。

【0119】中間点が境界点ではない場合には、領域内点となっているかどうかを調べ、領域内点であれば、外部方向へ向けて1ピクセル分だけ中間点を移動する(図4のステップB6)。

【0120】領域内点でなければ、領域内部方向へ向け

て中間点を1ピクセル分だけ移動する(図4のステップB7)。内部方向または外部方向へ中間点を移動した後、再びステップB3へ進み、境界点となっているかどうかを調べる。

【0121】本発明の一実施例において、データ解析装置1と、領域帰属確率算出装置2と、パラメータ更新装置3と、評価関数算出装置4と、領域分離装置5と、領域帰属判定装置6と、境界抽出装置7の各装置は、画像処理装置を構成するコンピュータまたは画像信号処理プロセッサ上で実行されるコンピュータによってその処理・機能を実現するようにしてしてもよい。この場合、各処理を制御するプログラムもしくはファームウェアは、上記したフローチャートに従って実現され、該プログラム(ファームウェア)を格納した記録媒体から、該記録媒体の読み出し装置を介して、該プログラムをコンピュータの主記憶装置に読み出して実行することで各装置の機能が実現され、本発明を実施することができる。

【0122】次に本発明の第2の実施例について説明する。なお、本発明の第1の実施例での処理と共通する処理については省略する。図7は、本発明の第2の実施例における輪郭抽出装置の構成を示すブロック図であり、図8は、本発明の第2の実施例における輪郭抽出装置の処理手順を示すフロー・チャートである。

【0123】図7に示す輪郭抽出装置は、図1の輪郭抽出装置に対し、与えられた画像を粗視化するデータ粗視化装置8および、粗視化されたデータを再び細分化するデータ細分化装置9を追加したものである。

【0124】次に、本発明の第2の実施例の輪郭抽出装置の処理について、図8を参照して説明する。

【0125】前記第1の実施例におけるステップ101を実行した後、データ粗視化装置8において、得られた画像を粗視化する。粗視化の具体的な方法は、以下の通りである。

【0126】例えば、 2×2 の粗視化とは、図6に示したピクセルにおいて、番号{1, 2, 257, 258}のピクセル値の和を取り、これをピクセルの数4で割って、平均値を求め、これを粗視化されたデータのピクセル番号1の値とする。

【0127】同様にして、番号{3, 4, 259, 260}のピクセル集合を粗視化して、粗視化されたデータのピクセル番号2の値とする。

【0128】この手続きを、互いに重なり合わない 2×2 の全ピクセル集合について行えば、粗視化された画像データが得られる。粗視化の大きさは 2×2 に限らず、その他の大きさで行っても同様に実行できることは勿論である。

【0129】この粗視化の手続きによって、解析の対象となるピクセルの数は $1/4$ となり、輪郭抽出の処理時間を短縮することができる。

【0130】また、粗視化によって画像が平滑化される

ため、本来の輪郭とは無関係な汚れや細部の凹凸の影響を軽減することができる。データ粗視化装置8は、データの粗視化を行った後、データをデータ解析装置1に送る。

【0131】その後、前記第1の実施例におけるステップ102からステップ107を実行し、評価関数の最適化を完了した後、ステップ112において、粗視化された画像が細分化可能かどうかを調べる。

【0132】例えば最初の粗視化が 16×16 の大きさで行われているのであれば、回目の粗視化は、例えば 8×8 で行うようにする。これを繰り返して粗視化の大きさが 1×1 になったとき、これ以上の粗視化は実行できないので、ステップ108に進む。粗視化が可能であればステップ113に進む。

【0133】ステップ113では、データ細分化装置9において、領域帰属確率に基づき、外部領域部分を削除し、ステップ114に進む。これによって輪郭抽出の対象となるピクセルはさらに削減され、さらなる処理の高速化が可能となる。

【0134】ステップ114では、削除後に残ったピクセルを、細分化し、データ解析装置102に送る。

【0135】次に、本発明に係る輪郭抽出装置を用いて、実際のMRI画像から脳に対応する領域の輪郭を抽出し、評価した結果の具体例について説明する。

【0136】図8は、輪郭抽出の対象となるMRI画像データであり、白い部分が脳に対応する領域、それを囲む白い領域が頭皮に対応する、周辺の黒い部分が外部領域である。

【0137】この画像に対し、本発明の方法で、それぞれの領域に対する領域帰属確率を求め、その結果を示したものが、図9、図10、図11である。

【0138】ここでは、 16×16 の粗視化を行って領域帰属分布を求めてある。図9は、外部領域に帰属する確率分布を示しており、各ピクセルが外部に属する確率が高いほど白く表示されている。同様にして図10は、頭皮領域に属する確率、図11は、脳に属する確率の分布をそれぞれ示している。これらの図からも明らかなように、領域帰属確率を求めた時点で、粗い領域分離はほぼ完了していると言える。

【0139】また、図12は、本発明の方法を適用して抽出された、脳の輪郭を示している。もとのMRI画像においては、脳以外の領域においても輝度の高いピクセルが存在するが、そのような部分を誤って抽出することなく、正確に脳の輪郭が抽出できていることがわかる。

【0140】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、輪郭抽出の対象となる物体の像を含む画像データに対し、前記画像の各点を持つ属性に基づいて、画像各点が各領域に属する確率である領域帰属確率を用いて、前記各点が属する領域を分離し、前記領域間の境界を輪郭

として抽出する構成したことにより、領域分類の閾値を陽に設定することなく、自動的に各領域の輪郭を抽出することができるとともに、輪郭領域抽出を高速化する、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

【図3】本発明の第1の実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

【図4】本発明の第1の実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】MRI装置を用いて撮影された、人体頭部の断層画像である。

【図6】画像データを構成するピクセルの、近傍点を説明する図である。

【図7】本発明の第2の実施例の構成を示すブロック図である。

【図8】本発明の第2の実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

【図9】頭部の外部領域に属する領域帰属確率を示した

図である。

【図10】頭皮の領域に属する領域帰属確率を示した図である。

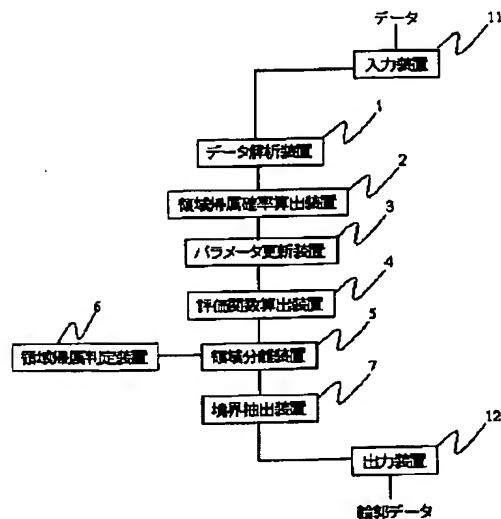
【図11】脳の領域に属する領域帰属確率を示した図である。

【図12】脳の領域を対象として輪郭抽出を行った結果を示した図である。

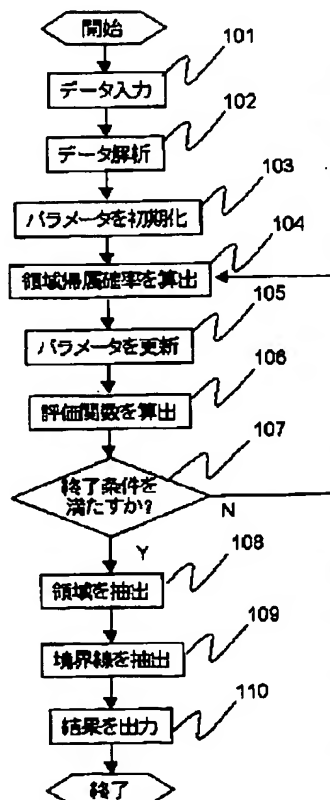
【符号の説明】

- 1 データ解析装置
- 2 領域帰属確率算出装置
- 3 パラメータ更新装置
- 4 評価関数算出装置
- 5 領域分離装置
- 6 領域帰属判定装置
- 7 境界抽出装置
- 8 データ粗視化装置
- 9 データ細分化装置
- 51 ピクセル
- 52 近傍点
- 101～114 ステップ
- A1～A8 ステップ
- B1～B7 ステップ

【図1】



【図2】



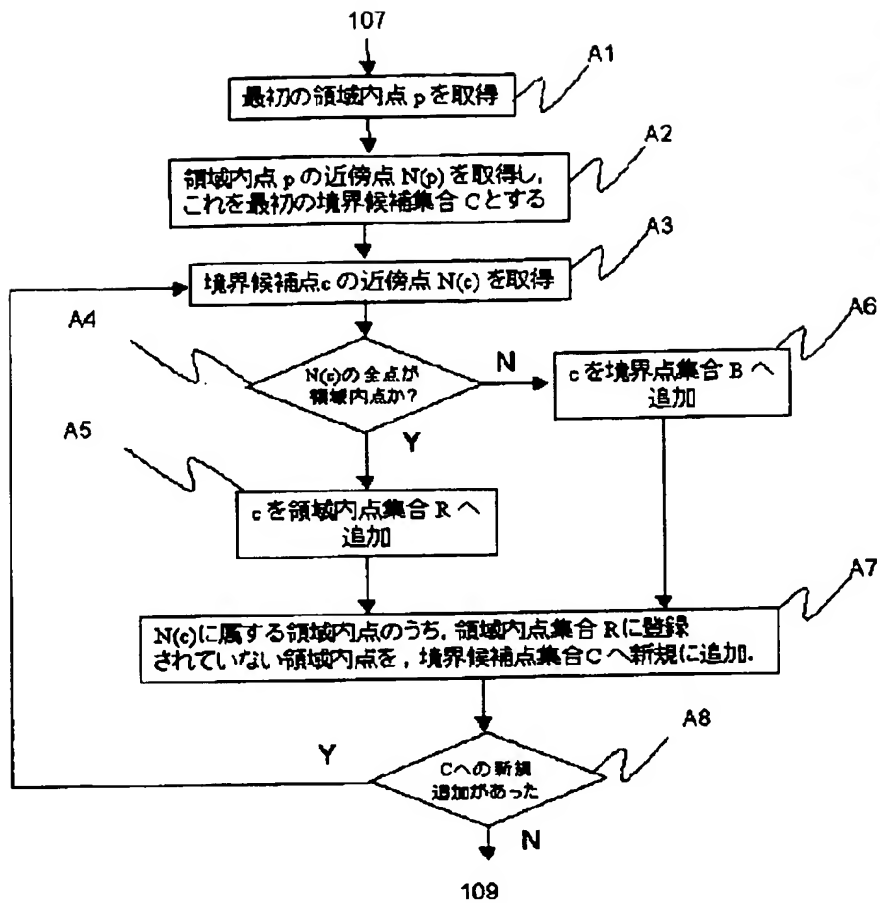
【図5】



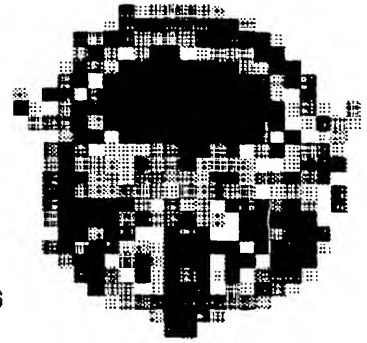
【図9】



【図3】



【図10】



【図6】

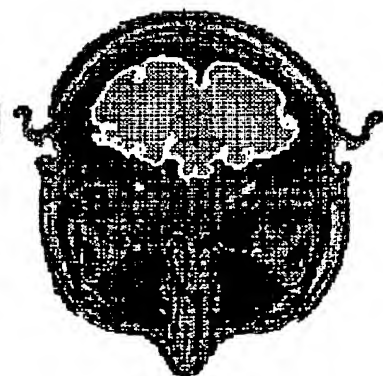
1025	1026	1027	1028	1029
769	770	771	772	773
513	514	515	516	517
267	268	269	270	281
1	2	3	4	5

Figure 6 shows a 5x5 grid of numerical values. The bottom row (1-5) is labeled 51. The top row (1025-1029) is labeled 52.

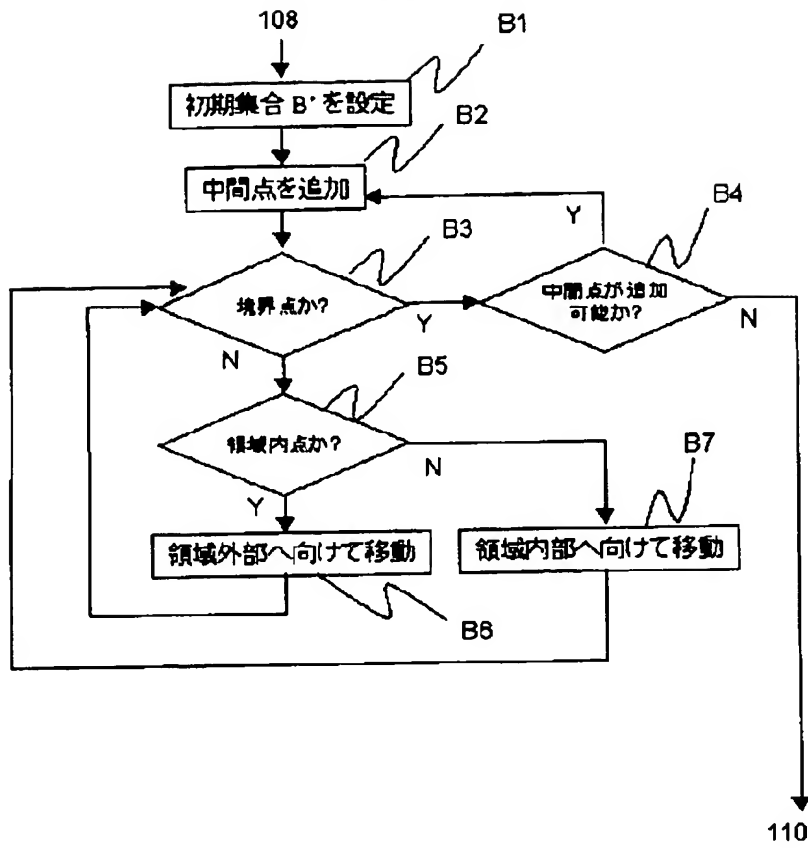
【図11】



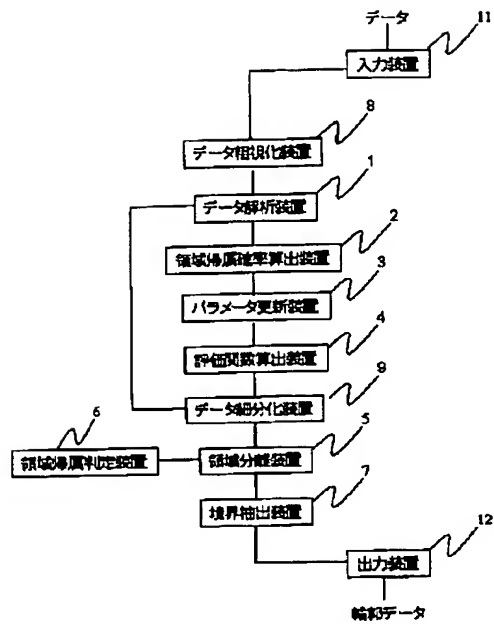
【図12】



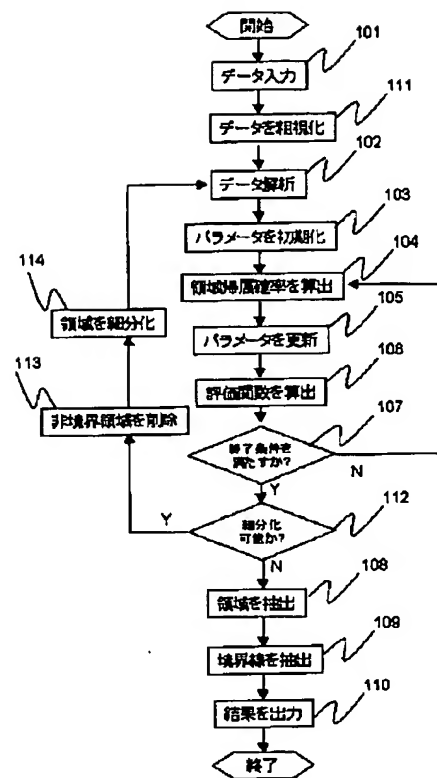
【図4】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7
H04N 7/18

識別記号

FI
A61B 5/05

テーマコード(参考)

380

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.